

# Best Available Copy



PCT

WORLD ORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM  
Internationales Büro

INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICH NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE  
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

(51) Internationale Patentklassifikation <sup>6</sup> :	A1	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 98/43113
G01S 17/89		(43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 1. Oktober 1998 (01.10.98)
(21) Internationales Aktenzeichen:	PCT/DE98/00833	(81) Bestimmungsstaaten: AU, CA, CN, CZ, JP, KR, PL, US, eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).
(22) Internationales Anmeldedatum:	23. März 1998 (23.03.98)	
(30) Prioritätsdaten:	197 12 208.6 24. März 1997 (24.03.97) DE 198 12 431.7 21. März 1998 (21.03.98) DE	Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht.</i> <i>Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist; Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.</i>
(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US):	UTEDA - DR. NIEBUHR GMBH [DE/DE]; Weinbergweg 23, D-06120 Halle (DE).	
(72) Erfinder; und		
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US):	NIEBUHR, Erik [DE/DE]; Paracelsusstrasse 6a, D-06114 Halle (DE).	
(74) Anwalt:	VOIGT, Wolf-Rüdiger; Alter Markt 1-2, D-06108 Halle (DE).	

(54) Title: MEASURING SYSTEM USING LASER TECHNIQUE FOR THREE-DIMENSIONAL OBJECTS

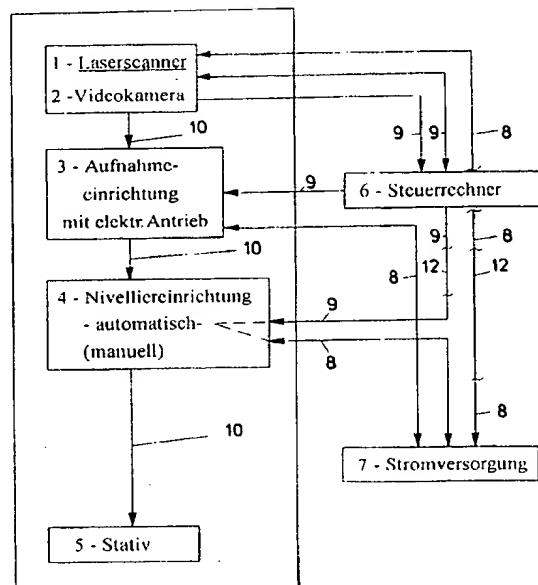
(54) Bezeichnung: MESSVERFAHREN UNTER EINBEZIEHUNG DER LASERTECHNIK FÜR DREIDIMENSIONALE OBJEKTE

#### (57) Abstract

The invention relates to a laser-assisted measuring system for three-dimensional objects and complex surfaces. In accordance with the invention, three-dimensional objects are preferably interior areas of buildings or geological hollows with complex surfaces. The invention makes a considerable contribution to the rationalization and improvement of precision in measuring operations of this kind. In the known pulse operation time method, the distance is measured by a laser pulse from the transmitter to the measuring point and back. A measurement fan is generated on emission of laser pulses. In accordance with the invention, the measurement fan (11) must be turned 360° step by step at a constant speed, in order to cover a three-dimensional area. In a wall, up to 200,000 measuring points can be obtained. An appropriate evaluation of the measurement data takes place so that a 3-D wire model can be constructed.

#### (57) Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft ein lasergestütztes Vermessungssystem für dreidimensionale Objekte und komplizierte Oberflächen. Dreidimensionale Objekte im Sinne der Erfindung sind vorzugsweise die Innenräume von Gebäuden oder geologische Hohlräume mit komplizierten Oberflächen. Es wird ein maßgeblicher Beitrag zur Rationalisierung und Verbesserung der Genauigkeit bei derartigen Vermessungsarbeiten geleistet. Beim bekannten Pulslaufzeitverfahren wird durch einen Laserimpuls vom Sender zum Meßpunkt und zurück der Abstand gemessen. Beim Aussenden von Laserimpulsen entsteht ein Meßfänger. Gemäß der Erfindung muß der Meßfänger (11) mit konstanter Geschwindigkeit in Schritten um 360° gedreht werden, um einen dreidimensionalen Raum zu erfassen. Bei einer Wand können bis zu 200000 Meßpunkte erhalten werden. Es erfolgt eine geeignete Auswertung der Meßdaten für den Aufbau eines 3-D-Drahtmodells.



- 1...LASERSCANNER
- 2...VIDEOKAMERA
- 3...RECORDING DEVICE WITH ELECTRIC DRIVE
- 4...LEVELLING DEVICE-AUTOMATIC (MANUAL)
- 5...TRIPOD
- 6...CONTROL APPARATUS
- 7...CURRENT SUPPLY

#### ***LEDIGLICH ZUR INFORMATION***

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidschan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	ML	Mali	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	MN	Mongolei	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irländ	MR	Mauretanien	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MW	Malawi	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MX	Mexiko	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	PL	Polen		
CM	Kamerun	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CN	China	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CU	Kuba	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
CZ	Tschechische Republik	LJ	Liechtenstein	SD	Sudan		
DE	Deutschland	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
DK	Dänemark	LR	Liberia	SG	Singapur		

## **Meßverfahren unter Einbeziehung der Lasertechnik für dreidimensionale Objekte**

Die Erfindung betrifft ein lasergestütztes Vermessungssystem für dreidimensionale Objekte und komplizierte Oberflächen. Dreidimensionale Objekte im Sinne der Erfindung sind vorzugsweise die Innenräume von Gebäuden mit Treppenhäusern und Fluren, d. h. alle Innenräume vom Keller bis zum Boden. Geologische Hohlräume mit komplizierten Oberflächen sollen weiterhin als Beispiele genannt werden, deren Vermessung mit dem neuen Meßsystem unter Einbeziehung der Lasertechnik möglich ist.

In den Berufsgruppen Architektur, Baugewerbe, Gutachter und Restauratoren aber auch bei Vermessungsfirmen, Geologen und Archäologen ist das manuelle Ausmessen vorhandener Innenräume (sogenanntes "Aufmaß") oder natürlicher Hohlräume ein äußerst häufiger und zum Teil komplizierter Arbeitsgang, der mit erheblichem zeitlichen und personellen Aufwand verbunden ist. Zusätzlich treten durch den Faktor "Mensch" Fehler und Meßungenauigkeiten auf, die nur durch wiederholtes Ausmessen beseitigt werden können. In diesem Zusammenhang ist festzustellen, daß durch die übliche Verfahrensweise, indem nicht ausreichend Meßpunkte manuell ermittelt werden, weitere Ungenauigkeiten im Sinne der verformungsgerechten Darstellung unvermeidbar sind.

Es ist bekannt, daß seit Jahren Vermessungen von Gebäuden auf fotogrammetrischem Wege durchgeführt werden. Dazu ist festzustellen:

- Die Auswertung der als digitalisierte Fotos vorliegenden Messungen ist bisher höchstens in Teilbereichen automatisiert, im wesentlichen erfolgt die Erkennung und Festlegung der Objektbegrenzungen (sichtbare Kanten und Kehlen) manuell.
- Wegen des begrenzten Öffnungswinkels bzw. der starken Randverzerrungen bei großen Öffnungswinkeln ("Froschauge") werden fast ausschließlich Fassaden oder architektonische Details vermessen.
- Der große manuelle Aufwand und damit verbundene Kosten sind sehr hoch. Zudem ist es mit den derzeitig verfügbaren Meßverfahren nur möglich, maximal 3000 Meßpunkte pro Arbeitstag zu ermitteln.

Eine Meßmethode im Zusammenhang mit der Lasertechnik ist das Pulslaufzeitverfahren. Ein extrem kurzer Lichtimpuls wird von einer Laserquelle ausgesandt und über einen mit hoher Winkelgeschwindigkeit rotierendem Spiegel abgelenkt. Diese Lichtimpulse werden von einem bis 50 m entfernt liegenden Meßobjekt reflektiert und von einem vorhandenen Empfänger im Laserscanner registriert. Die Zeit zwischen Aussenden und Empfangen wird gemessen und damit die Entfernung zum abgetasteten Meßobjekt für jeden Strahl und für jeden Punkt auf der abgetasteten Fläche bestimmt. Diese Meßmethode mittels eines einzelnen Lichtimpulses vom Sender zum Meßpunkt und zurück zum Empfänger wird "Pulslaufzeitverfahren" genannt.

In diesem Zusammenhang soll auf die DE 43 40 756 A 1 mit dem Titel "Laserabstandsermittlung" hingewiesen werden. Ein Laserradar weist einen Impulslaser, der gesteuert Lichtimpulse in einen Meßbereich abgibt, eine Fotoempfangsanordnung, welche die von einem im Meßbereich befindlichen Objekt zurückgeworfenen Lichtimpulse empfängt, und eine Auswerteschaltung auf, welche unter Berücksichtigung der Lichtgeschwindigkeit aus der Zeit zwischen Aussendung und Empfang eines Lichtimpulses ein für den Abstand des Objektes charakteristisches Abstandssignal ermittelt. Zwischen dem Meßbereich und dem Impulslaser ist eine Lichtablenkvorrichtung angeordnet, welche die Lichtimpulse unter sich zunehmend verändernden Winkeln in den Meßbereich lenkt und gleichzeitig an die Auswerteschaltung ein für ihre momentane Winkelstellung repräsentatives Winkelpositionssignal abgibt. Die Auswerteschaltung ermittelt aus dem Abstandssignal und dem Winkelpositionssignal den Ort des Objektes innerhalb des Meßbereiches.

Die Menge der in einer Ebene über einen Halbkreis gewonnenen Entfernungswerte wird im folgenden als "Meßfächer" bezeichnet.

Die erläuterten Beispiele zeigen, daß es nicht möglich ist, unter Anwendung moderner Technik, wie zum Beispiel mit Digitalkameras oder unter Anwendung der Lasertechnik, dreidimensionale Räume rationell und mit hinreichender Genauigkeit, wie z. B. beim Aufmaß erforderlich, verformungsgerecht zu vermessen. Es ist nicht möglich, bei größeren dreidimensionalen Objekten genaue Meßwerte im Sinne eines durchgehenden Datensystems im Büro so aufzubereiten, daß damit alle Abmessungen des dreidimensionalen Objektes für die weitere Bearbeitung zur Verfügung stehen. Wie anfangs schon gesagt wurde, bedeutet auch die Auswertung digitalisierter Fotos (nur in Teilbereichen Automatisierung möglich) keine grundlegende Vereinfachung beim Vermessen der Objekte.

Gemäß DE 42 10 245 C2 wird ein topografisches Aufnahmesystem für einen Flugkörper zur Geländeabtastung beschrieben. Dabei handelt es sich um ein topografisches Meßverfahren, das zur Auswertung der Messung die Absolutkoordinaten benötigt. Diese werden durch GPS-Systeme und die in Flugzeugen vorhandene INS (Inertiales Navigationssystem) bereitgestellt. Zum Stande der Technik wird in der o. g. DE 42 10 245 C2 gesagt, daß durch Aufsuchen homologer Bildpunkte in einer nachgeordneten Signalvorbereitungsstufe es so möglich ist, aus den Bildsignalen die zur Auswertung erforderlichen Flugorientierungsdaten in allen sechs Freiheitsgeraden zu berechnen und stereoskopische Bildstreifen bzw. ein dreidimensionales Modell des überflogenen Geländes in digitalisierter Form zu erstellen. Mit der Weiterentwicklung des Standes der Technik durch die Erfindung entsprechend der DE 42 10 245 C2 werden auch weiterhin die Absolutdaten benötigt. Unter Verwendung einer Zeilenkamera und eines Entfernungssensors, denen eine Signalverarbeitungsstufe nachgeschaltet ist, erfolgt das Auffinden homologer Bildpunkte zum Berechnen stereoskopischer Bildstreifen. Die Korrelation homologer Bildpunkte erfordert jedoch einen sehr hohen Rechenaufwand und es werden Vorschläge unterbreitet, wie Abhilfe geschaffen wird.

Bei diesem Verfahren wird durch das topografische Aufnahmesystem in parallelen Streifen vermessen. Es eignet sich in keinem Fall zur 3-D-Innenraumvisualisierung und -vermessung.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Meßverfahren vorzugsweise für Innenräume vorzuschlagen, mit dem eine einmalige automatisierte optische Vermessung und computergestützte Auswertung erfolgt und damit alle Meßdaten - auch komplizierter Objekte - zur Verfügung stehen. Der Erfindung liegt in diesem Zusammenhang weiterhin die Aufgabe zugrunde, eine komplette Visualisierung des 3 -D-Raumes aus den digitalen Meßwerten zu ermöglichen.

Erfnungsgemäß wird die Aufgabe wie folgt gelöst, wobei hinsichtlich der grundlegenden erfinderrischen Lösung auf den Anspruch 1 verwiesen wird. Die weitere Ausgestaltung der Erfindung ergibt sich aus den Patentansprüchen 2 bis 6.

Zum erfundungsgemäßen Verfahren ist weiterhin auszuführen: Der Meßfächler ist vertikal angeordnet und wird horizontal bewegt. Durch diese Verfahrensweise wird eine Menge von gitterförmigen angeordneten Punkten auf den begrenzenden Flächen einer kugelförmigen Umgebung geliefert, mitsamt deren Entfernung zum Meßpunkt.

Damit ein Raum dreidimensional erfaßt werden kann, muß der Meßfächer um 360° gedreht werden. Um eine Anzahl von gemessenen Punkten zu erhalten, die für die in der Praxis notwendigen Genauigkeit erforderlich ist, sind bei dieser Drehung Meßabstände unter 0,25° zu wählen.

Die Meßwerte der einzelnen Meßfächer werden in Echtzeit zu einem Steuerrechner übertragen. Durch die große Anzahl der anfallenden Meßwerte und mit Hilfe des durch die Auswertungssoftware durchgeführten statistischen Ausgleichs wird eine praxisrelevante Genauigkeit erreicht, wie auch eine vertretbare Zeit für eine Rundummessung. Die Gesamtvermessungszeit für einen gesamten Innenraum beträgt ca. 4 min., wobei das Verfahren eine variable Geschwindigkeit der Drehvorrichtung vorsieht. Dadurch kann die Messung den örtlichen Erfordernissen angepaßt werden. Verfahrungsgemäß ist jeder Meßwert digitalisiert und steht im mathematischen Bezug zu seinem Nachbarpunkt. Die vorhandene Punktwolke entsprechend der Oberfläche der Innenraumhülle wird in der Form ausgewertet, daß die Punkte Klastern zugeordnet werden. Über zweidimensionale Regression werden diese Beziehungen in einer Flächengliederung mathematisch erfaßt. Es entsteht somit der analytische Ausdruck einer Ebene im Raum. Entsprechend der Position und der Steigerung lassen sich unterschiedliche Ebenentypen definieren. Alle Ebenen werden kombiniert, ihre Schnittflächen ergeben Geraden für den Aufbau eines 3-D-Drahtmodells mit Bemaßung als verformungsgerechte CAD-Zeichnung.

Hinzuzufügen ist, daß parallel zur Rundummessung mit dem Laserscanner der zu vermessende Raum zusätzlich über eine Digitalkamera erfaßt werden kann. Die digitalen Bilder können beim Arbeitsgang "Auswerten der Meßdaten" und beim evtl. Nacharbeiten der Objektdaten zusätzliche Informationen liefern. Weiterhin können bei der Präsentation der Objektdaten fotorealistische Darstellungen der vermessenen Objekte ergänzend erzeugt werden.

Anhand eines Ausführungsbeispiels soll die Erfindung nunmehr erläutert werden.

Die einzelnen Figuren zeigen:

Figur 1 Blockschaltbild gemäß Meßverfahren  
Figur 2 Nivelliereinrichtung mit Darstellung der Meßfächerbewegung  
Figur 3 Anordnung der Meßpunkte

Die verwendeten Bezugszeichen bedeuten:

- 1 Laserscanner
- 2 Videokamera
- 3 Aufnahmeeinrichtung
- 4 Nivelliereinrichtung
- 5 Stativ
- 6 Steuerrechner
- 7 Stromversorgung
- 8 Energiefluß
- 9 Informationsfluß
- 10 Stoffschluß (mechanische Verbindung)
- 11 Meßfächer
- 12 automatische Unterbrechung

Der nach der Pulslaufzeitmessung arbeitende Laserscanner 1 ist in der Lage, die Entfernung beliebiger Gegenstände mit einer Genauigkeit von  $\pm 1$  mm im Bereich von 200 m Durchmesser zu messen. Durch entsprechende Steuerung des Laserscanners 1 im Meßvorgang werden alle Flächen eines Raumes einzeln vermessen. Gemäß Figur 2 ist ersichtlich, welche Lichtimpulse zur fächerförmigen Darstellung (Meßfächer 11) erforderlich sind und wie der Meßfächer 11 um  $360^\circ$  gedreht wird.

Auf dem Stativ 5 ist die Nivelliereinrichtung 4, die Aufnahmeeinrichtung 3 für den Laserscanner 1 und die Videokamera 2 (Digitalkamera) angeordnet. Der Stoffschluß 10 zwischen diesen Bauteilen erfolgt durch mechanische Verbindungen.

Gemäß Figur 1 ist ausgehend von der Stromversorgung 7 der Energiefluß 8 erkennbar. Der Informationsfluß 9 erfolgt zwischen Steuerrechner 6 und automatischer Nivelliereinrichtung 4, zwischen Steuerrechner 6 und Aufnahmeeinrichtung 3 (mit elektrischem Antrieb) sowie zwischen

Steuerrechner und Laserscanner 1 und weiterhin Videokamera 2. Mit den Positionszeichen 12 ist eine automatische Unterbrechung und Rücksetzung auf "0" = Start bei Ungenauigkeit bezeichnet.

Es sei hervorgehoben, daß sich die Aufnahmeeinrichtung kontinuierlich in 0,25°-Schritten um 360° dreht. Dabei ist die Richtung eines Meßfächers nicht mehr orthogonal zur horizontalen Drehrichtung, sondern, wie in Figur 3 skizziert. Weil dabei mehrere nacheinander durchgeführte Messungen nicht die gleichen Punkte erreichen, kann der im Laserscanner intern ausgeführte Ausgleich der Meßwerte nicht genutzt werden. Jedoch ist durch die große Zahl der anfallenden Meßwerte ein statistischer Ausgleich in der Auswertungssoftware möglich. Damit wird eine praxisrelevante Genauigkeit der Ergebnisse nach der Auswertung erreicht.

Die Auswertung der Meßdaten wird komplett zeitlich unabhängig von der Erfassung am Auswertungsrechner vorgenommen. Das Auswertungsprogramm übernimmt - bei Bedarf im Dialog mit dem Bearbeiter - die Erkennung der einzelnen Elemente des Objektes. Die Meßpunkte werden dabei den begrenzenden Flächen eines Raumes zugeordnet. Dabei wird die Streuung der Meßwerte mit berücksichtigt und eine Verbesserung der Genauigkeit durch Mittelwertbildung des umfangreichen Zahlenmaterials (ca. 100.000 bis 200.000 Werte pro Wand) erreicht.

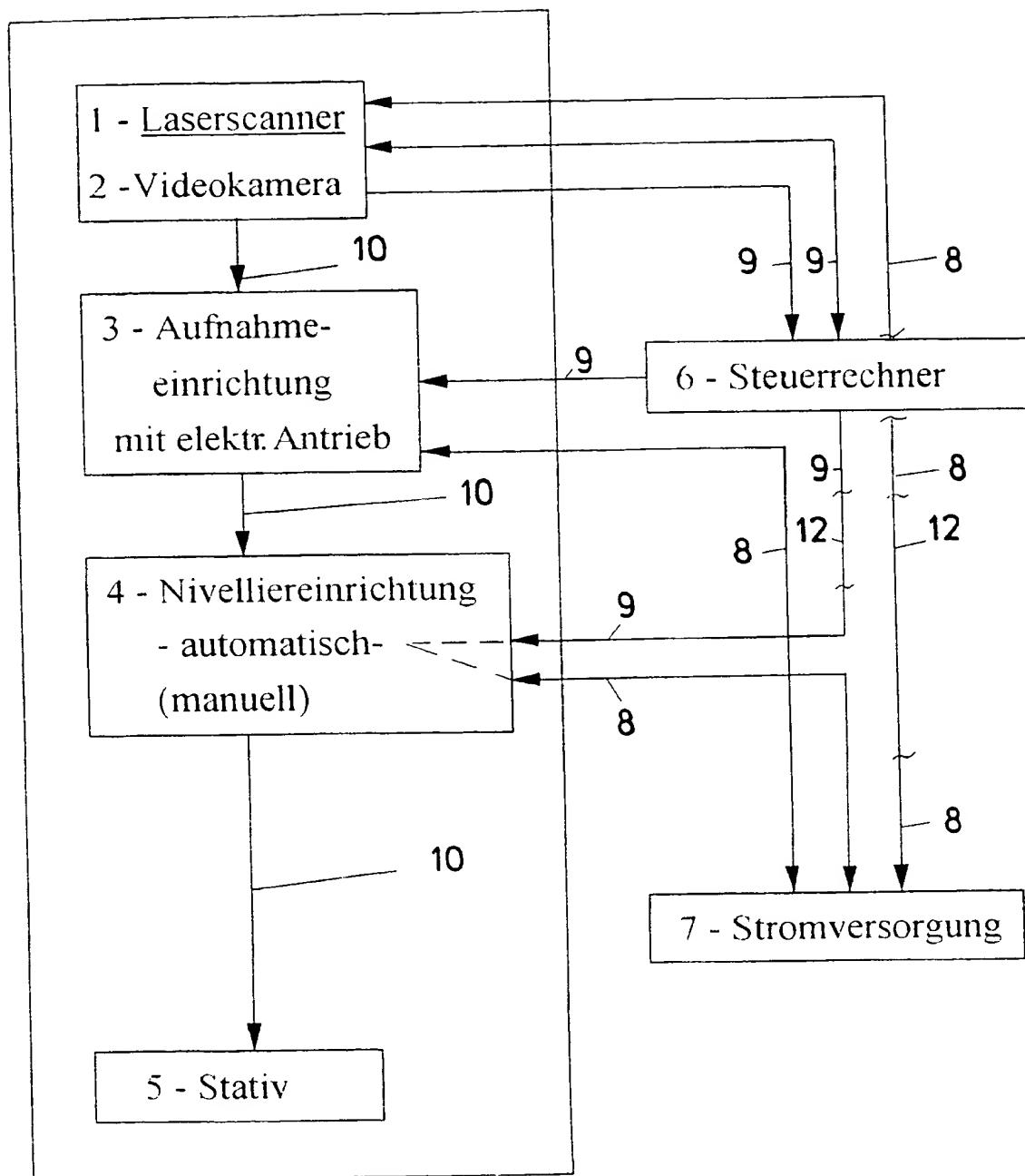
Bei komplizierten Strukturen und kritischen Meßpunkten, wie z. B. den Ausgangspunkten der benachbarten Messung, wird vom Bearbeiter durch den Vergleich mit den Aufnahmen der Digitalkamera, die synchron zu den Meßwerten und den bereits erkannten Elementen auf dem Bildschirm angezeigt werden, die Interpretation überwacht und gegebenenfalls korrigiert.

Die Daten der einzelnen Räume werden miteinander kombiniert und zu einem Modell des gesamten Objektes zusammen gestellt (dadurch werden z. B. aus den Begrenzungsflächen benachbarter Räume die Wände zwischen diesen Räumen). Bei mehreren Ausgangspunkten in einem Raum wird entsprechend verfahren. Das erzeugte Modell wird zur weiteren Verwendung aufbereitet. Alle Wände werden in einzelne Segmente aufgelöst, die aus geometrischen Grundformen bestehen. Dabei werden zusammengehörende Elemente erkannt. Ein Bearbeiter kann diesen Vorgang ebenfalls im Dialog beeinflussen. Das Ergebnis dieses Arbeitsschrittes ist eine Datei im "DXF"-Format, die das vermessene Objekt als 3D-Zeichnung repräsentiert und z.B. von AutoCad direkt benutzt werden kann.

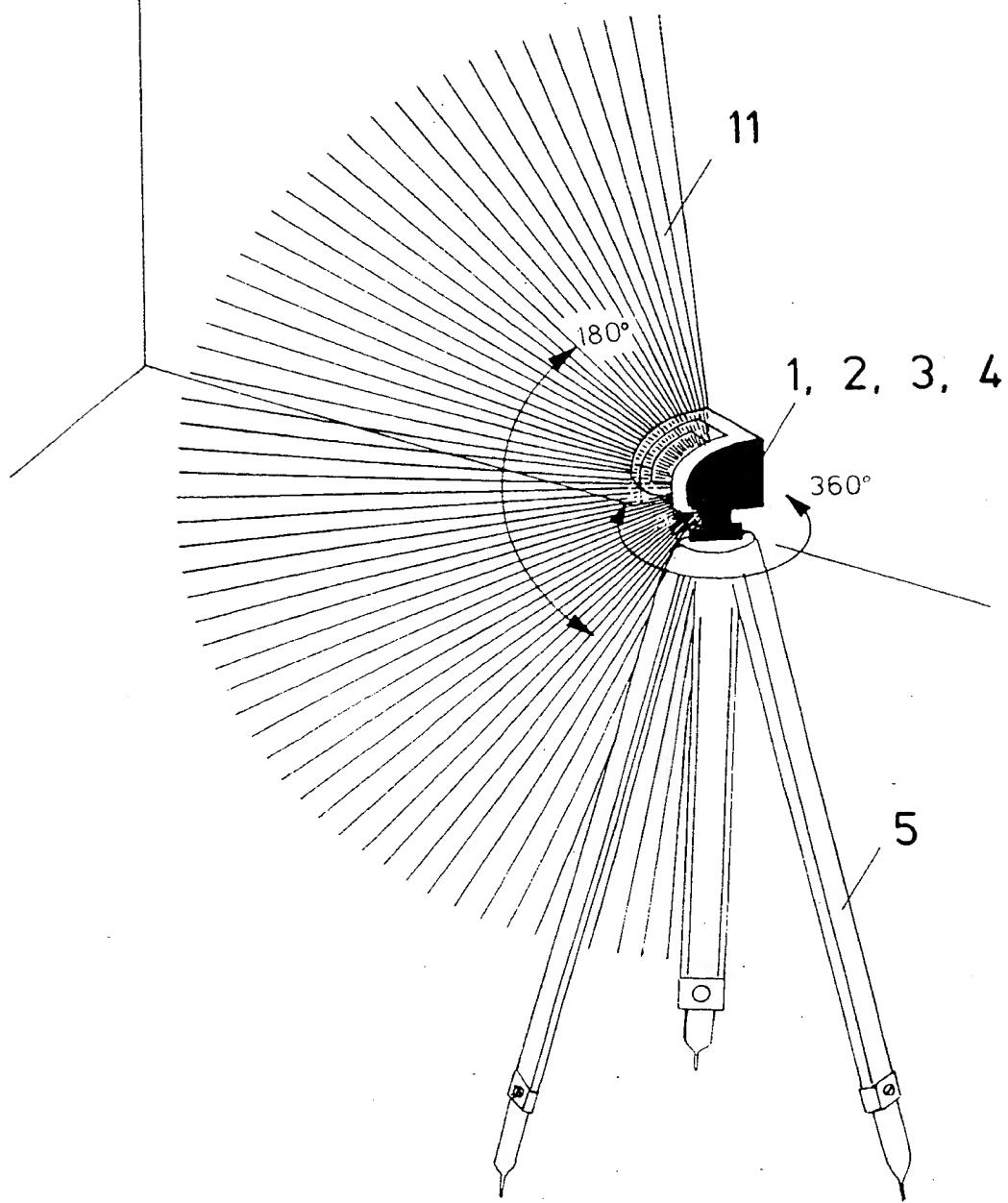
### Patentansprüche

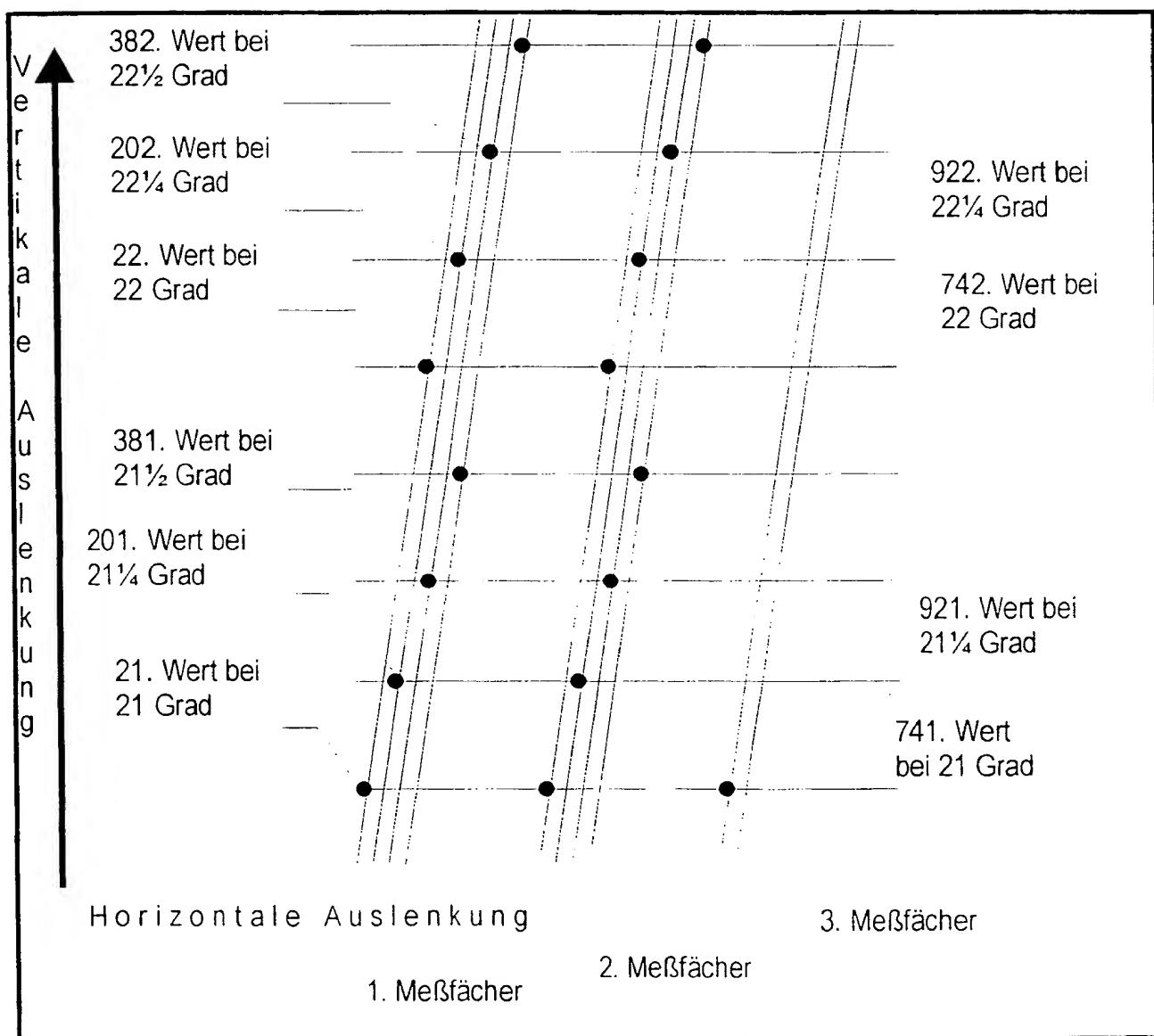
1. Meßverfahren unter Einbeziehung der Lasertechnik für dreidimensionale Objekte, vorzugsweise für Innenräume unter Berücksichtigung des Pulslaufzeitverfahrens durch Aussendung und Empfang von Laserimpulsen im Sinne eines Meßfächers, dadurch gekennzeichnet, daß ein Laserscanner (1) die Laserimpulse sendet und empfängt, daß der durch die Laserimpulse gebildete halbkreisförmige Meßfächer (11) einmal um  $360^\circ$  gedreht wird, die ermittelten Meßdaten digitalisiert sind und jeder Meßwert in mathematischen Bezug zu seinem Nachbarpunkt steht, die vorhandene Punktwolke entsprechend der Oberfläche der Innenraumhülle in der Form ausgewertet wird, daß die Punkte Klastern zugeordnet werden, über zweidimensionale Regression diese Beziehungen in einer Flächen gliederung erfaßt werden, über den analytischen Ausdruck einer Ebene im Raum entsprechend der Position und der Steigerung unterschiedliche Ebenentypen definiert werden und diese Ebenen derartig kombiniert werden, daß ihre Schnittflächen Geraden ergeben für den Aufbau eines 3-D-Drahtmodells.
2. Meßverfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Meßwerte über einen Auswertungsrechner visualisiert werden.
3. Meßverfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß parallel zu dem Laserscanner (1) eine Videokamera (2) den zu vermessenden Innenraum erfaßt.
4. Meßverfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Meßfächer (11) mit konstanter Geschwindigkeit in Schritten um  $360^\circ$  gedreht wird.
5. Meßverfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Meßfächer (11) schrittweise in Meßabständen  $\leq 0,25^\circ$  um  $360^\circ$  gedreht wird.
6. Meßverfahren nach Anspruch 1 und 4 oder nach Anspruch 1 und 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Gesamtsystem entsprechend den Bezugszeichen 1 bis 5 bei der Erfassung von Innenräumen verschiedenen plaziert wird.

Figur 1



Figur 2





Figur 3

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Int'l Application No  
PCT/DE 98/00833

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
IPC 6 G01S17/89

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 6 G01S G01C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	DE 41 19 180 A (MERKEL) 17 December 1992 see abstract; figures 1,2 see column 5, line 1 - line 35 ---	1-5
P, Y	DE 195 43 299 A (KAPFER) 22 May 1997 see abstract; claim 7; figures 1,2 ---	1-5
A	DE 42 10 245 A (DEUTSCHE AEROSPACE AG.) 30 September 1993 cited in the application see abstract; figure 1 -----	1

Further documents are listed in the continuation of box C

Patent family members are listed in annex.

## Special categories of cited documents

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance, the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art,

"S" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

20 July 1998

Date of mailing of the international search report

28/07/1998

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel: (+31-70) 340-2040, Tx: 31 651 epo nl.  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Danielidis, S

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

Information on patent family members

International Application No

PCT/DE 98/00833

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)		Publication date
DE 4119180	A 17-12-1992	AT 120273 T		15-04-1995
		WO 9222786 A		23-12-1992
		DE 59201734 D		27-04-1995
		EP 0588830 A		30-03-1994
DE 19543299	A 22-05-1997	NONE		
DE 4210245	A 30-09-1993	NONE		

## INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Inte

Aktenzeichen

PCT/DE 98/00833

A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
IPK 6 G01S17/89

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE -

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole )

IPK 6 G01S G01C

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	DE 41 19 180 A (MERKEL) 17.Dezember 1992 siehe Zusammenfassung: Abbildungen 1,2 siehe Spalte 5, Zeile 1 - Zeile 35 ---	1-5
P, Y	DE 195 43 299 A (KAPFER) 22.Mai 1997 siehe Zusammenfassung: Anspruch 7; Abbildungen 1,2 ---	1-5
A	DE 42 10 245 A (DEUTSCHE AEROSPACE AG.) 30.September 1993 in der Anmeldung erwähnt siehe Zusammenfassung; Abbildung 1 -----	1

 Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen Siehe Anhang Patentfamilie

Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfindenderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfindenderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann nahelegend ist

"S" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

20.Juli 1998

28/07/1998

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P. B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl.  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Danielidis, S

## INTERNATIONAL RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Rechtes Aktenzeichen  
PCT/DE 98/00833

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 4119180 A	17-12-1992	AT 120273 T WO 9222786 A DE 59201734 D EP 0588830 A	15-04-1995 23-12-1992 27-04-1995 30-03-1994
DE 19543299 A	22-05-1997	KEINE	
DE 4210245 A	30-09-1993	KEINE	

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER: \_\_\_\_\_**

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**  
As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

**THIS PAGE BLANK (USPTO)**